

Peningkatan Insulasi Akustik Dinding Luar Kamar Hotel Studi Kasus Di Dalam Bandar Udara

Benny Adi Nugraha, Andi Rahmadiansah, dan Wiratno Argo Asmoro.

Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, ITS

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

e-mail: andi@ep.its.ac.id

Abstrak— Dinding luar merupakan komponen bangunan pertama yang digunakan untuk mereduksi bising dari lingkungan luar. Suatu ruangan yang terdapat pada lingkungan Bandar Udara dikatakan nyaman apabila memiliki nilai $L_{A01} = 35$ dB dan $L_{A10} = 30$ dB. Dalam penelitian tentang peningkatan insulasi akustik dinding luar kamar hotel, studi kasus di dalam bandar udara ini dilakukan pengukuran nilai insulasi akustik yang ada pada dinding luar kamar hotel di daerah tersebut. Tujuan penelitian tugas akhir ini adalah untuk mendesain ulang dinding luar dengan menentukan spesifikasi dinding dan jendela agar sesuai dengan lingkungan dan memenuhi nilai standar yang telah ditetapkan dengan menggunakan metode SRI (*Sound Reduction Index*). Hasil desain alternatif yang memakai material dinding beton setebal 20 cm dan jendela mati dengan kaca ganda ukuran 6mm/100mm/8mm pada dinding luar mampu mereduksi bising dari luar sebesar 54,59 dB. Pengurangan dengan nilai L_{A01} dan L_{A10} sudah mendekati nilai standar yang ditentukan oleh badan standar Eropa.

Kata Kunci: Dinding luar, *Sound reduction index* (SRI), Insulasi.

I. PENDAHULUAN

Dinding luar merupakan bagian pertama pada suatu bangunan yang digunakan untuk mereduksi bising dari luar. Semakin tinggi tingkat nilai reduksi yang ada pada dinding luar, maka semakin nyaman pula ruangan tersebut. Menurut beberapa referensi untuk tempat beristirahat seperti kamar tidur yang diberikan oleh operator hotel internasional terbesar di Indonesia (*Accor*). Ruangan yang mempunyai nilai $L_{A01} = 35$ dB dan nilai $L_{A10} = 30$ dB dinyatakan ruangan nyaman. Jika dalam suatu kamar tidur belum memiliki nilai sesuai dengan standar tersebut, maka kamar tersebut belum dapat dikatakan memiliki kenyamanan untuk digunakan tidur dan perlu untuk dilakukan perbaikan didalamnya. Termasuk pada dinding luarnya.

Pembangunan hotel di kawasan Bandar Udara memerlukan optimasi akustik yang baik pada bangunannya. Hal ini dikarenakan besarnya *noise* yang berasal dari aktifitas bandara yang memungkinkan terjadinya kebocoran suara. Hal ini disebabkan partisi yang digunakan tidak memenuhi standar minimum dan akhirnya dinding diluar tidak mampu menahan dan menyerap suara dari luar. Oleh sebab itu diperlukan optimasi akustik yang baik pada bangunan tersebut, contohnya pada dinding hotel tersebut maupun jendela di tiap kamar pada hotel tersebut.

Agar tidak terjadi kebocoran suara pada kamar tidur hotel, diperlukan partisi – partisi yang sesuai dengan

kebutuhannya. Salah satu hal penting yang perlu diperhatikan adalah pada dinding dan jendela. Diperlukan nilai reduksi suara yang baik untuk menjaga kenyamanan seseorang dalam beristirahat. Standar *Accor* menetapkan ruangan yang menggunakan material bernilai reduksi tinggi membuat tidak adanya gema pada ruangan tersebut. Pada kasus kamar hotel yang berada di kawasan bandara dimana nilai kebisingannya sangat tinggi diperlukan elemen – elemen dinding luar yang mampu untuk mereduksi kebisingan disekitarnya. Pada dinding sebaiknya menggunakan material yang mampu mereduksi kebisingan disekitar yang sangat tinggi dengan menggunakan bahan terbaik, lalu untuk jendela sebaiknya menggunakan jendela dengan isolasi kaca ganda. Menurut penelitian G. Kerry and R. D. Ford (jendela dengan isolasi kaca ganda, 1974) mampu mereduksi sekitar 9dB lebih baik daripada *single window*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Bising (Noise)

Kebisingan senantiasa dihubungkan dengan ketidaknyamanan yang diakibatkan oleh suatu benda. Biasanya kebisingan tidak diinginkan karena tidak sesuai dengan konteks ruang dan waktu sehingga dapat menimbulkan gangguan terhadap kenyamanan dan kesehatan seseorang.

Bising latar belakang atau *background noise* adalah bunyi yang tidak keluar dari sumber suara utama dan biasanya tidak diperlukan karena bersifat mengganggu dan berbunyi secara kontinu. Sumber bising latar belakang biasanya berasal dari dalam maupun luar ruangan itu sendiri.

Menurut Surat Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Tahun 1996 No. 48 menyatakan bahwasanya baku tingkat kebisingan dibagi menjadi dua bagian besar, yaitu peruntukan kawasan dan lingkungan kegiatan, yang mana lingkungan kegiatan dapat saja berada pada bising peruntukan kawasan yang berbeda.

B. Pengukuran Tingkat Kebisingan

Baku tingkat kebisingan adalah batas maksimal kebisingan yang ada dan diperbolehkan untuk dibuang dari tempat usaha kegiatan ke lingkungan sehingga tidak menimbulkan gangguan kenyamanan dan kesehatan baik manusia maupun lingkungan. Bila kebisingan yang ada berlangsung secara kontinyu, perlu dihitung nilai kebisingan kontinyu. Nilai ekuivalen tingkat kebisingan kontinyu sendiri adalah tingkat tekanan bunyi yang *steady* pada suatu periode ditingkat energi yang sama [1]. Selain nilai ekuivalen

tingkat kebisingan kontinyu terdapat pula nilai L_{A01} dan L_{A10} . Nilai L_{A01} adalah nilai tingkat kebisingan yang diukur dalam dB (A) melebihi hanya 1% dari periode dan dapat dianggap sebagai ukuran peristiwa paling berisik. Sedangkan untuk nilai L_{A10} adalah nilai tingkat kebisingan melebihi 10% dari periode yang diukur dalam dB (A) [3].

C. Insulasi Ruangan

SRI (*Sound Reductiion Index*) merupakan kriteria yang dipakai untuk mengukur kemampuan suatu partisi sebagai insulator. SRI akan menunjukkan tingkat kebisingan yang dapat diredam oleh objek tersebut. Tingkat insulasi yang dihasilkan suatu objek bervariasi, bergantung pada frekuensi yang diberikan pada baik pada saat pengujian objek tersebut, maupun pada saat pemasangan dilapangan. Frekuensi 500Hz biasanya digunakan sebagai acuan untuk menentukan nilai SRI pada suatu objek. Insulasi suara dari suatu partisi dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$SRI = -10 \log_{10}(\tau) \text{ dB} \quad (2.1)$$

dimana,

SRI = *Sound Reduction Index* (dB)

τ = *Sound Transmission Coefficient*.

Apabila dalam satu terdapat beberapa material seperti jendela, ventilasi, pintu dan aksesoris lainnya terdapat pada dinding, maka semua material tersebut sudah pasti akan dilewati oleh suara. Nilai koefisien transmisi ini dapat didefinisikan dengan:

$$\tau_{average} = \frac{A_1 \times \tau_1 + A_2 \times \tau_2}{A_1 + A_2} \quad (2.2)$$

dimana: A = Luasan material (m^2)

τ = Koefisien Transmisi suatu material

Untuk menghitung koefisien transmisi masing – masing material dapat digunakan persamaan:

$$\tau = 10^{-\frac{SRI}{10}} \quad (2.3)$$

Berikut ini merupakan tabel nilai SRI dari masing – masing material yang biasa digunakan pada bangunan.

Tabel 1.
Nilai SRI Dinding [2]

No.	Material Dinding	Nilai SRI (dB)
1	Kayu utuh (bukan papan)	35
2	Batu kali	37
3	Bata plester dua sisi	45
4	Beton tebal 20 cm	44

Tabel 2.
Nilai SRI Jendela [2]

No.	Model & Material Jendela	Nilai SRI (dB)
1	Semua jendela terbuka	5 - 15
2	Jendela kaca mati, tebal kaca 3 mm	24
3	Jendela kaca mati, tebal kaca 4 mm	25
4	Jendela kaca mati, tebal kaca ganda 4 mm, jarak antar kaca 20 cm	40

III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian peningkatan kualitas akustik dinding luar kamar hotel studi kasus di dalam Bandar udara, metodologi yang dilakukan adalah sebagai berikut.

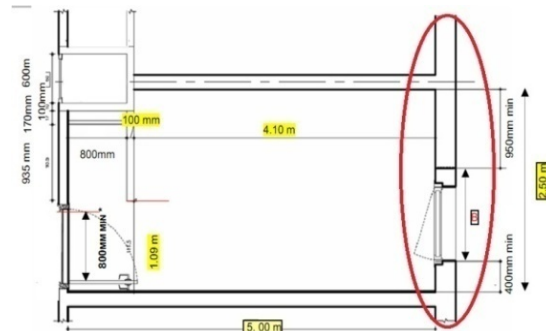
A. Objek Pengukuran

Objek pengukuran insulasi akustik dinding luar adalah kamar hotel di dalam Bandar udara Juanda, Sidoarjo yang baru saja didirikan dan memerlukan pengukuran kualitas akustik ruangnya. Kamar hotel yang dipilih sebagai sampel menghadap ke *façade* dikarenakan *noise* dari arah *façade* sangat tinggi mempunyai nilai L_{eq} tertinggi = 84,30 dB. Jika melihat besar nilai L_{eq} dari luar dan melihat bahwa kondisi *existing* dinding luar dan jendela yang terdapat pada kamar hotel saat ini, tidak mampu untuk meredam kebisingan dari *façade*. Ini dikarenakan masih besarnya *noise* dari luar yang masuk kedalam ruangan kamar pun masih besar. Maka disimpulkan bahwa harus dilakukan perbaikan dinding luar dengan melakukan desain ulang pada dinding luar kamar hotel tersebut.

Berikut ini adalah gambaran denah kamar hotel yang ada di kawasan Bandar udara juanda. Dengan dimensi ruang sebagai berikut:

Panjang ruangan : 4,2 meter
Lebar ruangan : 2,5 meter
Tinggi ruangan : 2.5 meter
Volume ruangan : 26,25 meter³

Disertakan pula denah ruangan kamar hotel dikawasan Bandar udara Juanda Sidoarjo pada gambar dibawah ini.



Gambar. 1. Denah kamar hotel

Dengan batasan bahwa desain ulang hanya dilakukan pada bagian dinding luar dan jendela sesuai pada tanda merah yang tertera pada gambar denah diatas. Kondisi awal dinding luar dan jendela yang ada pada kamar hotel tersebut adalah sebagai berikut:

- dinding luar kamar hotel merupakan dinding tunggal atau dinding *single layer*.
- pada bagian dalam dinding dilapisi oleh *wallpaper*.
- dinding berbahan beton ringan dengan ketebalan 330 mm
- jendela yang digunakan adalah jendela mati dengan luasan 120mm x 90mm
- jendela menggunakan kaca ganda

B. Pengambilan dan Pengolahan Data

Pengambilan data dilakukan pada dua titik. Titik pertama dilakukan di koridor luar kamar hotel berjarak 1 meter dari dinding luar kamar hotel, dan titik kedua berada pada dalam kamar hotel menghadap ke dinding luar dan berjarak 1 meter dari dinding luar kamar hotel tersebut. Pengambilan data menggunakan 2 SLM (*Sound Level Meter*) dengan ketinggian masing – masing 1,20 m. SLM yang digunakan adalah merek Solo 01dB dan Rion yang masing – masing merekam setiap

interval 10 menit secara bersamaan. Pengambilan data dilakukan sesuai dengan KEP-MENLH Nomor 48 tahun 1996.

Pengambilan data pada hari pertama pukul 22.00 – 06.00 dan dilanjutkan pada hari kedua pada pukul 06.00 – 22.00. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pada pukul berapa level kebisingan tertinggi didapatkan pada *façade* tersebut. Dikarenakan ramainya aktifitas Bandar Udara yang tidak menentu tingkat keramaiannya antara siang dan malam. Dengan menggunakan susunan 2 SLM pada sisi dalam dan sisi luar dinding luar seperti yang telah dijelaskan diatas diharapkan mampu mendapatkan nilai kebisingan yang ada pada bagian *façade* Bandar Udara tersebut. Hal ini bertujuan agar dapat menentukan tingkat kebisingan dan mendapatkan nilai L_{A01} dan L_{A10} . Data hasil rekaman yang terdapat pada SLM ditransfer ke CPU menggunakan *software* 01 dB yang merupakan *software* bawaan SLM itu sendiri.

C. Tahapan Desain Ulang

Desain ulang dilakukan dengan melakukan pemilihan bahan yang tepat untuk dinding dengan kondisi kebisingan akibat kegiatan yang ada di *façade* Bandar udara Juanda, Sidoarjo. Setelah menemukan bahan yang tepat, dilakukan perancangan pemasangan antara bahan dinding luar dengan jendela untuk menggantikan dinding dan jendela awal. Perancangan bahan dilakukan dengan menghitung nilai koefisien transmisi tiap bahan, lalu dijumlahkan sesuai dengan banyaknya bahan yang digunakan untuk membuat dinding luar kamar hotel tersebut seperti pada persamaan (2.1), (2.2) dan (2.3) secara berurutan sesuai urutan perhitungannya. Setelah mendapatkan nilai hasil perancangan, dilakukan perbandingan dengan data nilai tertinggi L_{A01} dan L_{A10} yang diperoleh dari pengukuran di *façade* Bandar Udara Juanda, Sidoarjo. Nilai perbandingan ini digunakan sebagai rekomendasi kepada pihak hotel dalam melakukan perancangan ulang dinding luar kamar hotel tersebut. Desain yang dipilih sebagai rekomendasi adalah desain yang mempunyai nilai pendekatan terbesar dengan standar yang digunakan oleh pihak hotel.

IV. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

A. Analisa Data

Data pengukuran yang telah diambil sesuai dengan metode yang tertera pada KEP-MENLH Nomor. 48 Tahun 1996, menggunakan 2 SLM (*Sound Level Meter*) merk SOLO 01dB dan RION berdasarkan dua titik pengukuran, *façade* dan sisi dalam dinding luar yang menghadap ke *façade*. Pengambilan data dilakukan pada hari kamis dan jum'at selama 24 jam. Dimulai pada hari kamis pukul 22.00 hingga 06.00 jum'at dan dilanjutkan lagi pada hari jum'at pukul 06.00 hingga 22.00. Pengambilan data dengan rentang waktu tersebut bertujuan untuk melihat dan menentukan tingkat kebisingan tertinggi yang nantinya akan digunakan untuk melihat dan menentukan apakah kondisi dinding luar kamar hotel telah memenuhi standar.

B. Data Pengukuran L_{eq} , L_{A01} , L_{A10}

Pengambilan data diambil selama 24 jam agar mendapatkan nilai optimal dari tingkat kebisingan Bandar

Udara Juanda pada setiap harinya. Karena Bandar udara Juanda termasuk Bandar Udara internasional yang aktifitas keramaiannya tidak menentu, selalu banyak pesawat yang beraktifitas di daerah *façade* Bandar Udara tersebut baik siang maupun malam hari. Durasi waktu pengambilan data diambil secara kontinu dan direkam tiap interval 10 (sepuluh) menit sekali dalam 24 jam. Di dalam kamar dan di *façade* yang dekat dengan kamar hotel. Berikut adalah data *noise* selama 2 jam.

Tabel 3.
Pengukuran *Noise* Pada Siang *Façade*

No	Waktu Mulai Pengukuran	Waktu Selesai pengukuran	L_{eq} (dB)	L_{A01} (dB)	L_{A10} (dB)
1	06.00	06.10	74,2	82,8	76,5
2	06.10	06.20	74,5	79,4	76,8
3	06.20	06.30	73,2	81,8	75,5
4	06.30	06.40	72,2	86,5	75,0
5	06.40	06.50	82,5	86,8	84,8
6	06.50	07.00	70,7	84,5	73,0
7	07.00	07.10	78,6	89,5	83,1
8	07.10	07.20	78,9	81,8	79,9
9	07.20	07.30	79,2	88,5	80,4
10	07.30	07.40	79,5	87,1	82,5
11	07.40	07.50	79,6	90,5	81,2
12	07.50	08.00	73,8	79,1	75,3

Setelah melakukan pengambilan data, didapatkan nilai:

$$L_{eq} \text{ façade} = 84,3 \text{ dB}$$

$$L_{eq} \text{ room} = 59,6 \text{ dB}$$

Untuk nilai L_{A01} dan L_{A10} pada *façade* hanya dilihat pada nilai tertingginya. Agar mendapatkan kondisi kamar yang sesuai dengan standar yang diberikan oleh *Accor*, dinding luar harus dapat mengantisipasi nilai L_{A01} dan L_{A10} yang tertinggi dari *façade*. Pada pengukuran di *façade* menunjukkan bahwa nilai tertinggi pada L_{A01} adalah 90,6 dB dan pada L_{A10} adalah 86,5 dB. Sedangkan kondisi *existing* kamar pada saat ini nilai keduanya belum sesuai dengan standar. Hal ini menyebabkan harus dilakukannya desain ulang dinding luar kamar hotel agar mampu mencapai nilai standar sesuai yang diberikan *Accor*.

C. Data SRI Dinding Luar Awal

Pengolahan data SRI (*Sound Reduction Index*) adalah dengan cara membandingkan hasil pengukuran di lapangan dengan hasil perhitungan. Hasil perhitungan dilakukan dengan memilih bahan material yang tepat digunakan pada lingkungan yang memiliki tingkat kebisingan tinggi. Dinding ini termasuk dinding komposit karena terdiri dari dua elemen. Elemen pertama yaitu dinding dan yang kedua adalah jendela. Dinding ini disusun menggunakan beton ringan dan dilapisi oleh *wallpaper* pada sisi bagian dalamnya. Dinding seluas 6,25 meter² terdapat jendela seluas 1,08 meter² yang digunakan untuk pencahayaan alami dan juga melihat dating dan perginya pesawat ketika siang hari.

Dengan mengetahui spesifikasi bahan dari dinding dan jendela, dapat dihitung menggunakan SRI besar nilai reduksi yang dihasilkan oleh dinding luar tersebut untuk mereduksi bising dari *façade*. Dari data yang didapatkan maka besar nilai reduksi yang dihasilkan oleh dinding luar hotel tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 4.
SRI Dinding Luar Kamar Hotel Awal

Jenis Permukaan	Luas Permukaan (m ²)	SRI Material (dB)
Jendela <i>double glass</i>	1,08	30
Dinding Beton Ringan	5,17	42

Data pada tabel diatas merupakan spesifikasi dinding luar pada kamar hotel yang akan digunakan untuk menghitung nilai SRI dinding tersebut. Perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut.

Untuk mencari nilai koefisien transmisi pada masing – masing bahan dinding beton

$$\begin{aligned}\tau_{\text{beton ringan}} &= 10^{-\frac{SRI}{10}} \\ &= 10^{-\frac{42}{10}} \\ &= 6,31 \times 10^{-5}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tau_{\text{jendela double glass}} &= 10^{-\frac{30}{10}} \\ &= 0,001\end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas, maka telah didapatkan nilai masing – masing τ tiap bahan. Setelah didapatkan dilanjutkan dengan menghitung τ_{average} .

$$\begin{aligned}\tau_{\text{ave}} &= \frac{(5,17 \times 6,31 \cdot 10^{-5}) + (1,08 \times 0,001)}{5,17 + 0,01} \\ &= 0,000224993\end{aligned}$$

Nilai koefisien diatas digunakan untuk mencari nilai reduksi bisng yang dihasilkan dinding luar hotel dengan memasukkan nilai koefisien ke dalam persamaan SRI berikut ini.

$$\begin{aligned}SRI &= -10\log_{10}(0,000224993)dB \\ &= 36,48 dB\end{aligned}$$

Nilai diatas menyatakan bahwa dinding luar kamar hotel pada kondisi *existing* adalah 36,48 dB. Ini berarti dinding luar kamar hotel tersebut mampu mereduksi nilai bising dari luar sebesar 36,48 dB. Apabila hasil tersebut digunakan untuk mereduksi nilai L_{A01} dan L_{A10} hasilnya adalah

$$\begin{aligned}\text{Untuk nilai } L_{A01} & 90,6 - 36,48 = 54,12 \text{ dB} \\ \text{Untuk nilai } L_{A10} & 86,5 - 36,48 = 50,02 \text{ dB}\end{aligned}$$

Padahal standar awal yang diberikan *Accor* adalah nilai L_{A01} dan L_{A10} di dalam ruangan sebesar 35 dB dan 30 dB. Dinding luar tersebut masih dikatan jauh untuk dapat membuat kamar terasa nyaman. Perlu dilakukan perbaikan pada dinding luar kamar hotel tersebut dengan mendesain ulang komponen jendela dan dindingnya.

D. Perancangan Ulang Dinding Luar Kamar Hotel

Dalam melakukan perancangan ulang dinding luar hal utama adalah pemilihan bahan dan komposisi luas jendelan yang akan dipakai agar insulasi dinding menjadi tepat dan sesuai dengan keadaan bising di *façade*. Pemilihan bahan dinding dan jendela menjadi faktor terpenting. Karena besar kecilnya hasil insulasi tergantung dari material dinding yang nantinya akan mereduksi bising dari luar. Berikut ini adalah daftar nilai hasil reduksi bising tiap material material yang telah diuji di laboratorium.

Tabel 5.
Nilai Insulasi [2]

Material Dinding	Nilai Reduksi
Kayu utuh (bukan papan)	35 dB
Batu kali	37dB
Batu ekspose	42 dB
Bata plester dua sisi	45 dB
Beton tebal 20 cm	55dB

Untuk desain pertama dipilih dinding menggunakan beton setebal 20 cm yang mampu memberikan insulasi sebesar 55 dB. Hal ini dilakukan mengingat besarnya *noise* bising yang berasal dari *façade* termasuk nilai L_{A01} dan L_{A10} . Untuk menghasilkan insulasi yang baik maka diperlukan bahan yang mampu meredam bising dengan nilai tinggi pula. Untuk jendela dipilih jendela yang mempunyai nilai reduksi yang tinggi.

Tabel 6.
Nilai Insulasi [2]

Model dan Material Jendela	Nilai Reduksi
Jendela kaca mati, kaca ganda, tebal 4 mm, jarak antar kaca 20 cm	40 dB
Jendela kaca mati, kaca ganda tebal 6 mm, jarak antar kaca 20 cm	42 dB

Dilakukan pemilihan kaca dengan spesifikasi jendela kaca mati, dengan ketebalan kaca 6 mm untuk dua kaca dengan jarak antar kaca 20 cm. Kaca ini mampu memberikan nilai insulasi sebesar 42 dB. Besar nilai reduksi pada setiap material yang merupakan hasil pengukuran dari laboratorium, akan berkurang begitu dipasangkan dengan material lainnya. Tergantung pada desain luas permukaan *aperture* yang ada pada material tersebut.

Desain pertama adalah dengan menggunakan jendela berbahan beton setebal 20 cm dan jendela dengan kaca ganda yang masing – masing kacanya mempunyai tebal 6 mm dan jarak antar kacanya adalah 20 cm. Berikut perhitungannya

$$\begin{aligned}\tau_{\text{dinding beton 20cm}} &= 10^{-\frac{55}{10}} \\ &= 3,17 \times 10^{-6}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tau_{\text{jendela double glass}} &= 10^{-\frac{42}{10}} \\ &= 6,31 \times 10^{-5}\end{aligned}$$

Maka nilai koefisien transmisi kedua material tersebut adalah,

$$\tau_{\text{ave}} = \frac{(5,17 \times 3,17 \cdot 10^{-6}) + (1,08 \times 6,31 \cdot 10^{-5})}{5,17 + 1,08} = 1,36 \times 10^{-5}$$

Nilai koefisien transmisi dimasukkan ke dalam persamaan SRI untuk menghitung besar nilai insulasi dinding yang dihasilkan,

$$\begin{aligned}SRI &= -10\log_{10}(1,36 \times 10^{-5})dB \\ &= 48,691 dB\end{aligned}$$

Hasil ini belum mampu cukup untuk mencapai nilai nilai L_{A01} dan L_{A10} sesuai standar *accor* diperlukan penggantian bahan kembali pada dinding dan jendela.

Pada akhirnya material yang memungkinkan untuk dirubah adalah pada komponen jendelanya. Dipilihnya kaca dengan spesifikasi jendela mati dengan kaca ganda, tebal masing – masing kaca 6 mm dan 8 mm dengan jarak antar kaca 100 mm yang mempunyai nilai reduksi sebesar 53 dB.

Maka dimasukkan kembali ke persamaan awal untuk menghitung koefisien transmisi jendela tersebut.

$$\begin{aligned}\tau_{\text{jendela}} &= 10^{-\frac{53}{10}} \\ &= 5,01 \times 10^{-6}\end{aligned}$$

Maka nilai koefisien transmisi jendelajika digabungkan dengan nilai koefisien transmisi dinding beton adalah

$$\tau_{\text{ave}} = \frac{(5,17 \times 3,17 \cdot 10^{-6}) + (1,08 \times 5,01 \cdot 10^{-6})}{5,17 + 1,08} = 3,48 \times 10^{-6}$$

Nilai koefisien transmisi rata – ratadiatas dimasukkan ke dalam rumus SRI untuk mendapatkan nilai reduksi desain dinding tersebut,

$$\begin{aligned}\text{SRI} &= -10\log_{10}(3,48 \times 10^{-6})\text{dB} \\ &= 54,581 \text{ dB}\end{aligned}$$

Hasil reduksi dinding desain kedua ini cukup baik karena sudah mendekati dengan nilai yang dibutuh oleh dinding luar kamar hotel saat ini, terutama untuk mengatasi tingginya nilai nilai L_{A01} dan L_{A10} pada *façade*.

Untuk desain ketiga akan dilakukan perubahan pada bagian material kaca dan juga pengurangan ruasa kaca. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil insulasi yang baik. Melihat hasil kedua desain sebelumnya yang belum dapat membuat nilai L_{A01} dan L_{A10} pada kamar sesuai dengan standar. Untuk desain jendela yang ketiga diganti ketebalan kacanya menjadi 6 mm dan 8 mm dengan menambah jarak antar kedua kaca tersebut menjadi 200 mm. jendela ini menghasilkan nilai insulasi sekitar 58 dB pada hasil pengujian laboratorium. Lalu luasan jendela diperkecil untuk memperbesar insulasi suara. Masing – masing sisi dikurangi 20 cm. Berikut hasil perhitungannya

$$\begin{aligned}\tau_{\text{jendela}} &= 10^{-\frac{58}{10}} \\ &= 1,59 \times 10^{-6}\end{aligned}$$

$$\tau_{\text{ave}} = \frac{(5,55 \times 3,17 \cdot 10^{-6}) + (0,7 \times 1,59 \cdot 10^{-6})}{5,55 + 1,08} = 2,99 \times 10^{-6}$$

$$\begin{aligned}\text{SRI} &= -10\log_{10}(3,48 \times 10^{-6})\text{dB} \\ &= 55,25 \text{ dB}\end{aligned}$$

Hasil ini sangat mendekati dengan nilai standar yang ditetapkan. Akan sangat baik nilai insulasi dinding yang terjadi pada dinding luar.

E. Hasil Perhitungan Desain Dinding

Setelah melakukan desain ulang dinding luar, didapatkan 3 hasil desain dinding dengan perubahan yang dilakukan pada pergantian jenis dinding dan jenis kaca pada jendela, juga mengubah luas permukaan jendela dengan tujuan untuk menambah nilai insulasi pada dinding luar kamar hotel tersebut. Ketiga hasil desain tersebut kemudian dibandingkan dan dilakukan pemilihan untuk desain mana yang akan direkomendasikan kepada pihak manajemen hotel agar nantinya dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk merenovasi dinding luar kamar hotel tersebut.

Tabel 7.
Spesifikasi Desain satu Dinding Luar

Dinding	Jendela	Luasan Dinding (m ²)	Luasan Jendela (m ²)	Nilai SRI (dB)
Beton tebal 20 cm	Jendela mati kaca ganda, tebal kaca 6mm, jarak anatar kaca 20 cm	5,17	1,08	48,7

Untuk spesifikasi desain dinding luar yang ke dua,

Tabel 8.
Spesifikasi Desain dua Dinding Luar

Dinding	Jendela	Luasan Dinding (m ²)	Luasan Jendela (m ²)	Nilai SRI (dB)
Beton tebal 20 cm	Jendela mati kaca ganda, tebal kaca 6mm, dan 8mm, jarak anatar kaca 10 cm	5,17	1,08	54,59

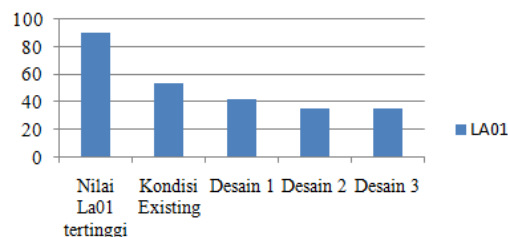
Untuk spesifikasi desain ke tiga,

Tabel 9.
Spesifikasi Desain tiga Dinding Luar

Dinding	Jendela	Luasan Dinding (m ²)	Luasan Jendela (m ²)	Nilai SRI (dB)
Beton tebal 20 cm	Jendela mati kaca ganda, tebal kaca 6mm, dan 9mm, jarak anatar kaca 20 cm	5,17	1,08	55,25

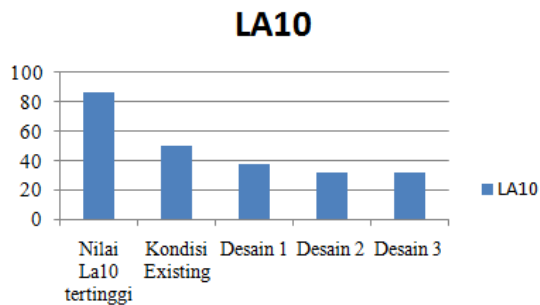
Berikut juga disertakan gambar diagram pengurangan L_{A01} dan L_{A10} berdasarkan nilai reduksi ketiga desain yang telah dibuat.

LA01



Gambar. 2. Penurunan Nilai L_{A01}

Gambar di atas menunjukkan nilai reduksi dinding luar berdasarkan desain yang telah dilakukan. Terdapat tiga desain dan hasil pengurangan dinding terhadap nilai L_{A01} tertinggi. Dapat dilihat, nilai L_{A01} semakin menurun dari desain satu, dua dan terakhir desain tiga yang merupakan desain terbaik. Dikatakan demikian karena desain ketiga memiliki nilai reduksi kaca paling besar dan spesifikasi yang lebih baik ketimbang dua desain lainnya. Untuk nilai L_{A10} hasilnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

Gambar. 3. Penurunan Nilai L_{A10}

Hasil yang sama juga diperlihatkan pada gambar tabel pengurangan dan kurva penurunan L_{A10} . Nilai yang paling baik dan mendekati standar adalah nilai reduksi pada desain ke tiga. Hal ini bisa jadi dikarenakan desain ketiga dinding luar kamar hotel memiliki bahan – bahan bernilai reduksi terbaik dan berbeda nilai dengan dua desain sebelumnya. Akan tetapi, apabila diperhatikan dari desain model jendela, jendela pada desain ketiga memiliki *cavity* mencapai 20 cm, yang mana apabila jendela dengan jarak antar kaca sebesar itu sudah tidak dapat dianggap sebagai *cavity*, melainkan ruang. Sehingga pemilihan desain tiga tidak dapat digunakan sebagai rekomendasi desain ulang dinding luar kamar hotel tersebut.

Pada desain dua, yang memiliki spesifikasi yang sudah tertera pada tabel desain ulang diatas memiliki spesifikasi yang sangat tepat untuk digunakan pada tingkat kebisingan yang ada pada Bandar Udara. Hal ini ditunjukkan pada nilai L_{A01} dan L_{A10} yang sudah mendekati standar yang digunakan pihak hotel tersebut. Oleh karena itu desain dua yang akan digunakan sebagai rekomendasi kepada pihak hotel. Hal ini dikarenakan pemilihan jendelanya lebih mudah dan murah dibandingkan dengan ketiga. Namun nilai reduksi yang dihasilkan masih mendekati dengan standar yang diberikan kepada pihak manajemen hotel. Jadi untuk rekomendasi desain ulang dinding luar kamar hotel ditetapkan menggunakan desain ke dua.

V. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Untuk mendapatkan hasil insulasi yang baik, diperlukan dinding berbahan baik pula untuk mencegah kebocoran suara dari luar masuk ke dalam ruangan.
2. Hasil pengukuran data *façade* menunjukkan nilai L_{A01} *façade* = 90,6 dB, L_{A10} *façade* = 86,5 dB harus menjadi sesuai standar yang diberikan *accor*, yaitu 35 dB dan 30 dB.
3. Dengan kondisi saat ini diharuskan untuk melakukan desain ulang terhadap dinding luar hotel kamar tersebut. Desain ulang dilakukan dengan memilih bahan material yang tepat untuk kondisi lingkungan dengan tingkat kebisingan yang sangat tinggi. Desain pertama menghasilkan nilai reduksi sebesar 48,7 dB. Desain kedua dan ketiga masing-masing menghasilkan nilai reduksi sebesar 54,59 dB dan 55,25 dB.

4. Berdasarkan pertimbangan nilai ekonomis bahan maka ditetapkan desain kedua sebagai rekomendasi untuk diberikan kepada pihak manajemen hotel.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Smith, B. J., Peters, R. J., and Owen, Stephanie. 1996. “*Acoustics and Noise Control 2nd edition*”. London: Addison Wesley Longman.
- [2] Mediastika, E. Christina. 2005. “*Akustika Bangunan*”. Indonesia: Erlangga
- [3] Bailey, W. James. 1994. “*Guidelines for Noise Control*”. County Hall: Kingston upon Thames